βeta
Vol. 8 No. 1 (Mei) 2015, Hal. 1-13

p-ISSN: 2085-5893 / e-ISSN: 2541-0458
http://jurnalbeta.ac.id

PENALARAN ALJABAR DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Parhaini Andriani[1]

Abstrak: Matematika adalah sebuah bahasa dan aljabar merupakan bahasa tersebut. Aljabar mengantarkan kita untuk memahami masalah yang lebih kompleks. Namun faktanya banyak peserta didik yang mengalami kesulitan dalam mempelajari aljabar yang membutuhkan kemampuan memahami simbol-simbol, operasi dan aturan-aturannya. Kemampuan yang demikian tereksplorasi dalam penalaran aljabar yang didalamnya memuat keterampilan memahami pola-pola dan membuat generalisasinya. Tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan penalaran aljabar sebagai kunci sukses memahami konsep aljabar.

Kata kunci: *penalaran ajabar; pembelajaran matematika*

A. PENDAHULUAN

Matematika diajarkan di sekolah dengan tujuan membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif.Selama ini sebagian besar peserta didik – dalam hal ini sisiwa – belum memahami tentang manfaat mempelajari matematika.Tidak jarang mereka merasa bahwa mempelajari konsep matematika seperti geometri, aljabar atau kalkulus kurang bermanfaat. Padahal tanpa disadari bahwa yang diajarkan justru tidak hanya konsep namun cara bernalar yang sistematis, logis, kritis dan analitislah yang diasah. Menurut Eko Prastyo D. (2011: 8-9), "cara bernalar matematis menjadi tujuan dalam pembiasaan dengan soal-soal matematika dan bukan sekedar hafalan rumus-rumus agar lulus ujian dan setelah lulus kemudian dilupakan.Konsep matematika seperti fungsi, limit, integral dan sebagainya, semuanya tidak lebih dari alat-alat atau senjata-senjata konseptual dari pikiran manusia untuk membedah teka-teki kuantitatif dari realitas".Modal tersebut dibutuhkan guna memecahkan masalah yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari

[1]IAIN Mataram, Mataram, Indonesia, aini1827@yahoo.co.id

serta berperan penting dalam penguasaan dan penciptaan teknologi di era globalisasi.

Menurut Soedjadi (2000: 13-37) matematika sebagai sebuah ilmu memiliki karakteristik: (a) memiliki obyek kajian yang abstrak; (b) bertumpu pada kesepakatan; (c) berpola pikir deduktif; (d) memiliki simbol yang kosong dari arti; (e) memperhatikan semesta pembicaraan; dan (f) konsisten dengan sistemnya. Namun dalam pelajaran matematika yang diajarkan di sekolah atau yang sering disebut matematika sekolah tidaklah sepenuhnya sama dengan matematika sebagai ilmu karena memiliki perbedaan dalam hal penyajian, pola pikir, keterbatasan semesta dan tingkat keabstrakannya.

Pada hakikatnya matematika adalah sebuah bahasa yang menggunakan simbol dan aturan-aturan yang telah disepakati.Aljabar merupakan sebuah bidang kajian dalam matematika juga dapat disebut sebagai bahasa.Pada jenjang sekolah dasar belum diajarkan konsep aljabar, namun konsep operasi hitung penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian bilangan sudah dikenalkan.Aljabar mulai dikenalkan pada jenjang kelas VII SMP/MTs. Jika pada sekolah dasar peserta didik terbiasa mengoperasikan bilangan, maka dalam pengenalan aljabar peserta didik mulai dibiasakan untuk mengoperasikan bilangan dan simbol yang berupa huruf alphabet.Sebagaimana yang dikemukakan Kilpatrick, Swafford, & Findell, (2001) dalam Kieran, C. (2004: 140) yang menyatakan bahwasiswa membutuhkan banyak penyesuaian dalam proses transisi pemahaman dari aritmatika ke aljabar walaupun sebelumnya telah menguasai aritmatika dengan baik. Aritmatika yang diajarkan di sekolah dasar lebih menitikberatkan pada jawaban dan tidak fokus pada representasi hubungan.Hal ini sesuai dengan MacGregor, M & Stacey, K., (1999: 78-86)yang menyebutkan bahwa bahasa aritmatika fokus pada jawaban sedangkan bahasa aljabar fokus pada hubungan.

Aljabar biasanya berkaitan penyelesaian sistem persamaan, menemukan nilai dari suatu yang belum diketahui, menggunakan rumus kuadrat atau bekerja dengan sistem rumus, persamaan dan simbol huruf.Dalam mempelajari aljabar dibutuhkan kemampuan memahami simbol-simbol, operasi dan aturan-aturannya.Kemampuan yang demikian tereksplorasi dalam penalaran aljabar yang didalamnya memuat keterampilan memahami pola-pola dan membuat generalisasinya. Tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan penalaran aljabar sebagai kunci sukses memahami konsep aljabar.

B. PEMBAHASAN

Pengertian Penalaran Aljabar

Menurut Watson (2007: 3) aljabar adalah cara kita menyatakan generalisasi tentang bilangan, kuantitas, relasi dan fungsi. Lebih lanjut menurut Watson (2007: 8), pada level sekolah aljabar dideskripsikan sebagai:

a. Menipulasi dan transformasi pernyataan dalam bentuk simbol
b. Generalisasi aturan tentang bilangan dan pola-pola
c. Kajian tentang struktur dan sistem abstraksi dari komputasi dan relasi
d. Aturan dalam tranformasi dan penyelesaian persamaan
e. Pembelajaran tentang variabel, fungsi dan mengekspresikan perubahan dan hubungan-hubungannya
f. Pemodelan struktur matematika dari situasi di dalam atau diluar konteks matematika

Senada dengan Watson, Van Amerom, (2003: 64) mengemukakan beberapa perspektif berbeda mengenai aljabar diantaranya: "*(1) algebra as a generalized arithmetic, (2) algebra as a problem solving tool, (3) algebra as the study of relationships, (4) and algebra as the study of structures*"

Pemahaman yang baik tentang hubungan antar bilangan, kuantitas dan relasi menjadi kunci sukses menguasai aljabar.Dalam mempelajari simbol aljabar, siswa harus memahami operasi dan terbiasa dalam menggunakan notasi.Selain itu siswa haruslah dapat membedakan makna dari simbol huruf sebagai sesuatu yang belum diketahui (*unknown*), variable, konstanta atau parameter serta memahami makna persamaan dan ekuivalen.(Watson, 2007: 3)

Penekanan dalam pembelajaran aljabar adalah tidak pada apakah suatu aktivitas *qualified* secara aljabar, namun lebih menekankan pada proses berpikir (*thinking*) dan penalaran (*reasoning*) siswa. (Yachel, E, 1997: 276).Dengan demikian penalaran aljabar lebih penting dibandingkan dengan keterampilan prosedural yang cenderung mekanistik. Keraf mengartikan penalaran sebagai "proses berpikir yang berusaha menghubung-hubungkan fakta-fakta atau evidensi-evidensi yang diketahui menuju pada suatu kesimpulan" (Fajar Shadiq, 2004: 2). Materi dalam matematika lebih mudah dipahami melalui penalaran, sebaliknya keterampilan bernalar dapat diasah melalui penyelesaian soal matematika.

Penalaran aljabar dikenal sebagai *algebraic reasoning* atau *algebraic thinking* dalam bahasa Inggris.Secara umum penalaran dibedakan menjadi penalaran induktif dan penalaran deduktif.Kedua jenis penalaran ini dapat diaplikasikan pada berbagai konsep matematika termasuk diantaranya aljabar.Penalaran yang demikian disebut penalaran aljabar.

Pengertian penalaran aljabar dikemukakan oleh Kaput & Blanton, (2005: 99)yang menyatakan*"Algebraic reasoning is a process in which students generalize mathematical ideas from a set of particular instances, establish those generalizations through the discourse of argumentation, and express them in increasingly formal and age-appropriate ways".* Penalaran aljabar adalah suatu proses dimana siswa melakukan generalisasi ide matematika dari sekumpulan fakta, menyusun generalisasinya melalui pernyataan dan mengekspresikan pernyataan tersebut dengan cara yang semakin formal dan menyesuaikan dengan usia.

Pendapat lain dikemukakan Lins (1990) yang menyebutkan "*algebraic thinking was an intentional shift from context (which could be 'real', or a particular mathematical case) to structure. Thus 'algebraic thinking arises when people are detecting and expressing structure, whether in the context of problem solving concerning numbers or some modelled situation, whether in the context of resolving a class of problems, or whether in thecontext of studying structure more generally*" (dalam Watson, 2007:8). Penalaran aljabar merupakan suatu perubahan yang disengaja dari konteks menuju struktur.Konteks dapat berupa suatu masalah yang nyata atau dapat berupa permasalahan matematika tertentu.Penalaran aljabar muncul ketika seseorang menemukan dan menyatakan struktur, baik dalam konteks pemecahan masalah yang berkaitan dengan bilangan atau beberapa situsi yang dimodelkan, atau dalam konteks penyelesaian masalah, atau dalam konteks kajian tentang struktur yang lebih umum.

Menurut Kaput (dalam Ross, K. M., 2011: 12) "*Algebraic reasoning takes many forms, including: (1) generalizing and formalizing patterns (e.g., reasoning from particular cases to a general rule or property and expressing this general rule or property using algebraic notation); (2)*

syntactically guided manipulation of formalisms (e.g., equation solving); and (3) working with functions, relations and joint variation which involve relationships between variable quantities."

Menurut Windsor (2009: 593), "*Algebraic thinking promotes a particular way of interpreting the world. It employs and develops a variety of cognitive strategies necessary to understand increasingly complex mathematical concepts and builds upon students' formal and informal mathematical knowledge. Essentially students are using, communicating and making sense of the generalities and relationships inherent in mathematics, rather than just the identification of a single numeric answer or objective fact"*.Penalaran aljabar melibatkan berbagai strategi kognitif yang membantu memahami konsep matematika yang kompleks.Penalaran aljabar dibangun berdasarkan pengetahuan matematika formal dan informal siswa yang meliputi kegiatan menggunakan, mengkomunikasikan, dan membuat generalisasi dan hubungan yang melekat dalam matematika, tidak sekedar mengidentifikasi jawaban numerik atau fakta obyektif yang tunggal.

Dari beberapa pendapat di atas dapat dipahami bahwa penalaran aljabar adalah suatu proses dimana siswa melakukan kegiatan menemukan pola dari suatu permasalahan matematika atau situasi kontekstual tertentu, membuat relasi antar kuantitas dan menyusun generalisasinya melalui representasi dan manipulasi simbolik secara formal.Dengan demikian, penalaran aljabar sangat erat kaitannya dengan kemampuan memahami pola dan membuat generalisasi. Dalam aljabar, generalisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya: secara konkrit, pictorial, grafis atau simbolik. Misalnya rumus Luas Persegi Panjang = panjang x lebar yang biasa ditulis: L = p x l, bentuk yang demikian merupakan sebuah generalisasi.

Pengembangan Penalaran Aljabar

Penalaran Aljabar di kelas awal

Penalaran aljabar di dalam kelas dilakukan melalui berbagai aktivitas yang membuat siswa mahir dalam membaca pola dan membuat generalisasinya.Pada jenjang sekolah dasar siswa terbiasa dengan aritmatika yang melibatkan operasi hitung bilangan dan sifat-sifatnya.Sebenarnya siswa telah diperkenalkan sejak awal tentang memahami pola dan membuat generalisasinya.Misalnya pada saat penanaman konsep perkalian sebagai penjumlahan berulang, 2+2+2+2+2 = 5x2.Demikian pula pada konsep perpangkatan, 2x2x2=2^2.Bentuk generalisasi yang diberikan masih berkaitan dengan bilangan dan belum membentuk generalisasi secara aljabar yang menggunakan simbol huruf.Penguasaan aritmatika sangat berkaitan dengan aljabar karena aljabar merupakan generalisasi dari aritmatika.

Konsep sifat-sifat operasi hitung pada bilangan secara umum dapat dieksplorasi secara aljabar.Misalnya konsep penjumlahan pada bilangan ganjil dan genap. Ganjil+ganjil = genap, genap+genap = genap, ganjil + genap = ganjil. Siswa dapat diberikan soal yang melatih penalaran siswa memahami pola dan menemukan generalisasinya serta melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Ani diberikan 9 kartu bilangan yang bernilai: 3, 5, 9, 10, 11, 15, 17, 25 dan 31.

(a) Ani mengambil 4 kartu bilangan yang bernilai 31, 5, 9 dan 10. Berapakah total nilai kartu bilangan tersebut?
(b) Adakah cara lain Ani untuk mengambil 4 kartu bilangan yang total nilainya sama dengan soal (a)?
(c) Jika kartu bernilai 10 dihilangkan dan Ani harus mengambil 4 kartu bilangan yang total nilainya sama dengan soal (a). Kemungkinan kartu yang mana saja yang diambil Ani? Jelaskan jawabanmu.

Soal (a) dapat diselesaikan dengan penjumlahan sederhana dan jawabannya 55. Soal (b) dapat diselesaikan dengan beberapa cara dan melatih kemampuan kreatif siswa membuat beberapa kombinasi penjumlahan yang menghasilkan 55. Soal (c) melatih kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Analisis pada soal (c) akan mengantarkan siswa menemukan pola penjumlahan bilangan ganjil dan genap. Setelah bilangan 10 dihilangkan, maka akan tersisa 8 bilangan ganjil. Jadi kesimpulannya tidak mungkin penjumlahan 4 bilangan ganjil menghasilkan bilangan genap.

Berikut contoh soal yang dikemukakan Breiteig & Grevholm (2006) yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan penalaran aljabar siswa pada level SMP:

Eva memikirkan dua bilangan.Jumlah keduanya 19 dan selisihnya 5.

(a) Tentukan kedua bilangan tersebut, (b) Bagaimana kalian dapat menemukan bilangan tersebut, (c) Mengapa memungkinkan bagi kita untuk menemukan dua bilangan jika jumah dan selisihnya diketahui.

Soal di atas menguji beberapa kompetensi dan kemampuan berpikir abstrak.Soal (a) dapat diselesaikan dengan menggunakan beberapa pendekatan numerik dan aljabar.Soal (b) didesain untuk mengembangkan kesadaran siswa mengenai struktur aljabar dalam suatu permasalahan. Soal (c) memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan generalisasi dan menemukan konsep dari parameter.

Twohill (2013: 57) mengemukakan terdapat 5 tahap perkembangan penalaran aljabar sebagaimana dijelaskan dalam tabel berikut:

Tabel 1. ***A framework of growth points in algebraic reasoning***

Growth Point	Characteristics
GP 0: Pre-formal pattern	*Children do not have a formal understanding of "pattern."* *Children cannot identify a repeating term in a pattern.*
GP 1: Informal pattern	*Children can identify a commonality and demonstrate understanding of pattern by copying, extending, inputting missing term, in visual spatial, numeric, repeating and growing patterns.*
GP 2: Formal pattern	*Children can describe a pattern verbally.* *Children can offer a possible near (not next) term with reasoning.*
GP 3: Generalisation	*Children can correctly identify a near term.* *Children can describe a pattern explicitly.* *Children can offer a possible far term with reasoning.*
GP 4: Abstract generalisation	*Children can describe a pattern explicitly, describe the rule as an expression in symbolic notation and utilise the expression in order to generate a far term.*

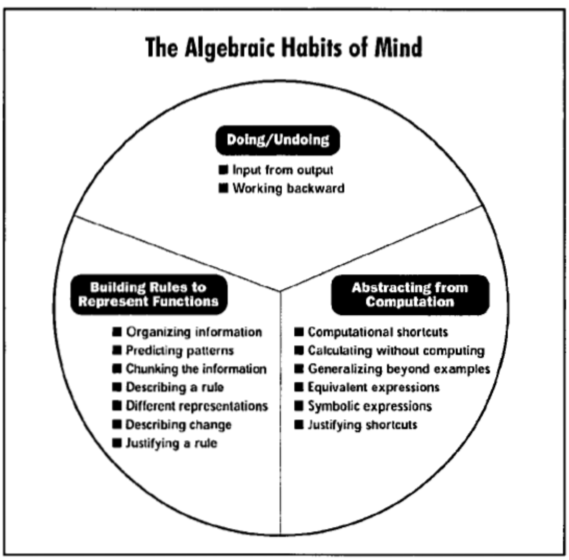
Berdasarkan Tabel 1, kemampuan anak pada kelas awal di SD sebagai besar masuk dalam tahap perkembangan GP 0 dan GP 1. Pola yang dapat dipahami masih pada pola sederhana yang direpresentasikan secara visual dalam bentuk simbol yang mereka pahami sendiri dan sifatnya informal, misalnya: gambar bintang, hati, dan bentuk yang familiar bagi mereka. Hal ini sesuai dengan tahap perkembangan kognitif menurut Piaget dimana anak usia

SD termasuk dalam tahap operasional konkrit Anak telah memiliki kecakapan berpikir logis, akan tetapi hanya dengan benda-benda yang bersifat konkret.

Pada jenjang sekolah dasar pemaknaan terhadap pola sudah mulai diajarkan pada konsep aritmatika. Perkalian dikenalkan sebagai penjumlahan berulang dan pembagian sebagai pengurangan berulang.Luas persegi panjang dinyatakan sebagai luas satuan persegi.Bentuk generalisasi masih dijabarkan dalam aritmatika. Siswa dapat mengembangkan penalaran aljabar melalui generalisasi aritmatika dengan cara: (1) mengeksplorasi sifat-sifat dan relasi; (2) mengeksplorasi persamaan sebagai hubungan di antara kuantitas dan (3) menggunakan simbol huruf dalam merepresentasikan variabel.

Pengembangan Penalaran Aljabar melalui The Algebraic Habit of Mind

Driscoll (2003) mengembangkan sebuah framework yang dapat dijadikan sebagai panduan dalam mengembangkan penalaran aljabarnya yang disebut dengan "*The Algebraic Habit of Mind*". Framework ini dikembangkan dalam bentuk materi Toolkit yang dapat dijadikan rujukan guru dalam mengajarkan aljabar.*The Algebraic Habit of Mind* dijelaskan dalam Gambar berikut:



Gambar 1.*The Algebraic Habits of Mind* (Driscoll, 2003: 25)

Berdasarkan *framework* yang dikemukakan Driscoll (2003: 19-25), terdapat 3 habit dalam mengembangkan Penalaran Aljabar:

a. Doing/ Undoing

- Mencari input dari output atau mencari nilai awal dari sebuah solusi. Misalnya: Kurva $y= x^2 + 8$ memiliki tinggi 100 pada grafik ketika nilai x berada di antara 9 dan 10.
- Bekerja berdasarkan langkah-langkah dari suatu aturan atau bekerja mundur (*working backward*). Contoh: Jika sebuah bilangan dibagi dengan 3, sisa 1. Jika dibagi dengan 5 sisanya 3. Jika dibagi dengan 7 sisanya 1. Tentukan bilangan tersebut.

b. Abstracting from computation

- Melihat cara hitung cepat berdasarkan pemahaman tentang bagaimana operasi bekerja. Misalnya: Berapakah hasil 1+2+3+…+30? Dengan cara membuat pasangan 1 dan 30, 2 dan 29, 3 dan 28 dan seterusnya akan diperoleh penjumlahan 31 sebanyak 15 kali sehingga hasilnya adalah 31x15=465.
- Berpikir tentang perhitungan secara independen terhadap bilangan tertentu yang digunakan. Contohnya: jika rata-rata usia anggota tim adalah 26.3 tahun saat ini, rata-rata usia akan menjadi 27.3 tahun pada tahun depan, dengan asumsi pemain yang sama tetap berada pada tim. Karena untuk memahami rata-rata kita harus menjumlahkan sebanyak pemain yang sama.
- Melampaui beberapa contoh untuk membuat ekspresi generalisasi, mendeskripsikan sekumpulan bilangan atau menyatakan konjektur dari suatu kondisi dimana pernyataan matematis tertentu bernilai benar. Misalnya: Bilangan bulat yang memiliki sisa 1 ketika dibagi 3 dan bersisa 2 ketika dibagi 5 adalah 7, 22, 37, 52,.. Bilangan tersebut dapat dinyatakan sebagai sebagai 7+15n dengan n adalah bilangan bulat posistif.
- Mempertimbangkan ekuivalensi di antara berbagai ekspresi. Misalnya: berapakah hasil pembagian 159 dengan 13? Pertama dapat kita tulis 159=130+29=169-10. Karena 130=10x13 dan 169=13x13 maka tinggal memperhatikan 29 dan 10 saja. Sehingga sisa menjadi 39:13=3.

- Menyatakan generalisasi tentang operasi secara simbolik. Contoh: pernyataan untuk setiap bilangan a dan b, a x b x 0.01 akan sama dengan b x a x 0.01.
- Menggunakan generalisasi tentang operasi untuk menjustifikasi cara hitung cepat.Contohnya: Manakah yang lebih banyak 5% dari 7 juta rupiah atau 7% dari 5 milyar rupiah? Secara hitung cepat diketahui 5% dari 7 juta rupiah sama dengan 7% dari 5 juta rupiah atau 5 x 7 x 0.01 x 1.000.000. Dengan demikian dipahami 7% dari 5 milyar rupiah 1000 kali lebih banyak dari 5% dari 7 juta rupiah.

c. *Building Rules to Represent Functions*

- Mengorganisasi informasi yang berguna untuk mengungkap pola dan aturan yang mendefinisikan pola. Contohnya: dengan menggunakan perangko Rp.2.000 dan Rp.5.000, dapatkan kalian mengirim surat dengan biaya paling minimum Rp. 15.000? Dengan melakukan kombinasi banyak perangko Rp.2.000 dan banyak perangko Rp.5.000 dapat dicoba beberapa alternatif hingga memenuhi aturan yang minta.
- Mencatat aturan yang dapat digunakan dan memprediksi bagaimana aturan tersebut bekerja. Contoh: Gambar pertama memiliki 4 titik, gambar kedua 10 titik, gambar ketiga 18 titik dan gambar keempat 28 titik. Pola barisan bilangannya: 4, 10, 18, 28… Dari pola tersebut dapat diprediksi banyak titik pada gambar ke-n adalah n(n+3).
- Melihat potongan-potongan informasi yang berulang dan mengungkapkan bagaimana pola tersebut bekerja. Contohnya. Berapa banyak bilangan genap yang berada pada baris ke-20 segitiga Pascal? Baris ke-20 dapat dibuat berdasarkan baris ke-19, dimana setiap entry merupakan jumlah dua entry yang ada di atasnya. Kita dapat menggunakan bentuk pengulangan ini.
- Menggambarkan langkah-langkah suatu aturan tanpa menggunakan input yang spesifik. Misalnya: untuk mengetahui apakah Winter Olympics dilaksanakan pada tahun tertentu, bagi bilangan tahun dengan 4, karena event tersebut dilaksanakan setiap 4 tahun sekali. Jika habis dibagi 2 jawabannya benar, jika tidak jawabannya salah.
- Menanyakan apakah perbedaan informasi mengenai suatu situasi atau problem dapat disajikan dalam representasi yang berbeda,

kemudian mencoba representasi yang berbeda tersebut. Contohnya: Garis $\frac{7}{15}x + \frac{1}{3}$ melalui dua titik pada koordinat bilangan bulat yaitu (10,5) dan (-20, -9). Adakah titik yang lain pada koordinat bilangan bulat yang dilalui garis tersebut?

- Menggambarkan perubahan dalam sebuah proses atau relasi. Misalnya: diberikan sebuah data dan siswa diminta menganalisis informasi apa yang didapat dari data yang diberikan.
- Menjustifikasi mengapa suatu aturan memenuhi untuk semua bilangan. Contohnya: berapa bagian yang akan diperoleh jika selembar kertas dilipat sebanyak n kali? Setiap kali lipatan akan diperoleh dua bagian, artinya kita mengalikan 2 banyak bagian yang dilipat sehingga dapat diprediksi banyak bagian yang diperoleh adalah 2x2x2x2… sebanyak n kali atau dapat dinyatakan sebagai 2^n.

Menurut Schmittau & Morris (dalam Kieran, 2004, 145), pengembangan kemampuan siswa berpikir divergen (*think in a variety of ways*) dapat mengembangkan penguasaan aljabar. Langkah pertama adalah pengembangan kemampuan berpikir teoritis. Misalnya, mengembangkan kebiasaan (habit) siswa dalam mencari hubungan antar kuantitas pada situasi yang kontekstual dan kemudian belajar menyelesaikan suatu persamaan dengan memperhatikan struktur yang ditemukan.

Dari beberapa pendapat yang telah dikemukakan sebelumnya dapat dipahami bahwa penalaran aljabar dapat dikembangkan dengan berbagai cara, mulai dari mengembangkan generalisasi aritmatika pada kelas awal saat aljabar mulai dikenalkan, mengembangkan kemampuanberpikir divergen (*think in a variety of ways*), hingga melatih *The Algebraic Habits of Mind.* Hal terpenting yang harus diperhatikan guru dalam pembelajaran aljabar adalah memberikan permasalahan terbuka (*open ended problem*) yang dapat mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thing skill*) siswa.

C. KESIMPULAN

Aljabar dan aritmatika memiliki perbedaan yang jelas, jika aritmatika fokus pada hasil perhitungan maka aljabar lebih menekankan pada hubungan (relasi).

Kesuksesan dalam pembelajaran aljabar sangat dipengaruhi oleh kemampuan penalaran aljabar siswa. Penalaran aljabar merupakan suatu proses dimana siswa melakukan kegiatan menemukan pola dari suatu permasalahan matematika atau situasi kontekstual tertentu, membuat relasi antar kuantitas dan menyusun generalisasinya melalui representasi dan manipulasi simbolik secara formal.

Penalaran aljabar dapat dikembangkan dengan berbagai cara, mulai dari mengembangkan generalisasi aritmatika pada kelas awal saat aljabar mulai dikenalkan, mengembangkan kemampuanberpikir divergen (*think in a variety of ways*), hingga melatih *The Algebraic Habits of Mind.*

Hal terpenting yang harus diperhatikan guru dalam pembelajaran aljabar adalah memberikan permasalahan yang terbuka (*open ended problem*) yang dapat mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thing skill*) siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Blanton, M.L., Kaput, J.J. (2005). Functional Thinking as a Route Into Algebrain the Elementary Grades. *International Reviews on Mathematical Education*, *37*(1), 34–42.

Breiteig, T., & Grevholm, B. (2006). The Transition from Arithmetic to Algebra: To Reason, Explain, Argue, Generalize and Justify. *Paper presented at the Proceedings of the 30th Conference of The International Group for the Psychology of Mathematics Education.*

Driscoll, et.al. (2003). *The Fostering Algebraic Thinking Toolkit: A Guide for Staff Development*. National Science Foundation, Arlington, VA.

Fajar Shadiq. (2004). *Pemecahan Masalah, Penalaran dan Komunikasi Matematika*. P4TK Matematika Yogyakarta.

Kieran, C. (2004). *Algebraic Thinking in the Early Grades: What Is It? The Mathematics Educator* , Vol.8, No.1, 139 – 151.

Morehouse, K. E. (2007). *Building Conceptual Understanding and Algebraic Reasoning in Algebra.Education and Human Development Master's Theses.*

Ontario Ministry of Education. *Paying Attention to Algebraic Reasoning*. Diakses pada http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/PayingAttentiontoAlgebra.pdf

Ross, K. M. (2011). Fifth Graders' Representations And Reasoning On Constant Growth Function Problems: Connections Between Problem Representations, Student Work And Ability To Generalize. *Disertasi.*

Department Of Teaching, Learning, And Sociocultural Studies. The University Of Arizona.

Soedjadi. (2000). *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia*. Dirjen DIKTI Departemen Pendidikan Nasional.

Twohill , A. (2013). *Algebraic reasoning in primary school: developing a framework of growth points.*Smith, C. (Ed.) Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics 33(2).

Van Ameron, B. A. (2003). *Focusing on informal strategies when linking arithmetic to early algebra*. Educational Studies in Mathematics, 54, 63-75.

Watson, A. (2007). *Key Understanding of Mathematics Learning. Paper 6: Algebraic Reasoning*. Nuffield Foundation. University of Oxford.

Windsor, Will. (2009). *Algebraic Thinking- More to Do with Why, Than X and Y. Proceedings of the 10th International Conference "Models in Developing Mathematics Education". The Mathematics Education into the 21st Century Project*.

Yachel, Erna. (1997). *A Foundation of Algebraic Reasoning in The Early Grades. Teaching Children Mathematics 3*. 276-800.